ACCION CONTRA EL HAMBRE

KIT D'ANALYSE PHYSICO CHIMIQUE DE L'EAU

MANUEL D'UTILISATION DU KIT

ACCION CONTRA EL HAMBRE
Kit d'analyse physico-chimique de l'eau

I/ ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

Ia/ Pourquoi faire des analyses?
Ib/ Comment prélever l'échantillon?

II/ TEST COLORIMÉTRIQUE VISUEL

IIa/ Principe
IIb/ Éléments mesurables avec le kit
IIc/ Domaine de mesure
IId/ Interférences
IIe/ Sécurité des manipulations

III/ ÉLÉMENTS À ANALYSER

IIIa/ Composés inorganiques
IIIb/ Désinfectant
IIIc/ Paramètres physiques

IV/ RÉCAPITULATIF DES NORMES

V/ COMPOSITION DU KIT

I/ ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

Ia/ Pourquoi faire des analyses?

- L'analyse régulière de la qualité de l'eau est indispensable au maintien d'une réserve d'eau fiable et sûre. Les résultats de l'analyse permettent de prendre les mesures nécessaires pour régler des problèmes particuliers. On s'assure ainsi de protéger adéquatement la source d'eau contre une éventuelle contamination, de choisir le traitement approprié et de contrôler l'efficacité de ce traitement.

  - Il est important d'analyser la qualité de son eau en fonction de l'usage prévu, que ce soit l'abreuvement du bétail, la pulvérisation de produits chimiques ou l'eau potable, afin de prendre des décisions éclairées au sujet de l'eau et de son utilisation. Une analyse régulière est importante pour les raisons suivantes :

-elle permet de définir les problèmes existants

-elle garantit une eau qui convient à l'utilisation prévue

-elle garantit une eau potable sûre

-elle permet de vérifier l'efficacité du système de traitement

La qualité d'un réserve d'eau peut changer au fil du temps et même subitement. Si l'apparence, l'odeur et le goût de l'eau restent les mêmes, le changement de qualité risque de passer inaperçu.

Les risques pour la santé dus à la présence de produits chimiques toxiques dans l'eau potable sont différents de ceux liés aux contaminations micro biologiques. Il existe peu d' éléments (mais ils existent !) chimiques qui peuvent conduire à de graves problèmes de santé, mis à part après une massive et accidentelle contamination de la source d'approvisionnement.
De plus, l'expérience montre que, dans de telles situations, l'eau devient habituellement imbuvable de part son goût, son odeur et son apparence intolérable.

Le fait que la contamination chimique ne soit pas associée à de graves effets pour la santé la rendent moins prioritaire que la contamination micro biologique. Cependant, après une longue période d'exposition, elle provoque des problèmes de santé, en particulier en cas de:
- toxicité cumulée (métaux lourds)
- substances cancérigènes

L'utilisation de désinfectants chimiques, comme le chlore, dans le traitement de l'eau conduit généralement à la formation de sous-produits, certains d'entre eux pouvant être dangereux.

- Une analyse complète de l'eau comprend :

-l'analyse des bactéries coliformes (kit DELAGUA)
-l'analyse physico-chimique (valise d'analyse)

Plusieurs analyses sont nécessaires pour déterminer la salubrité et la sûreté des réserves d'eau, ainsi que l'efficacité des systèmes de traitement de l'eau.

La fréquence des analyses physico-chimiques est variable. Toutefois, il convient de respecter certaines règles :

- Il est nécessaire d'effectuer au moins une analyse rigoureuse pour chaque zone hydrologique/hydrogéologique et avant la mise en service d'un point d'eau.
- Il est important d'analyser l'eau potable au robinet et à la source. Ces deux analyses permettent de vérifier l'efficacité du système de traitement et de détecter tout changement dans la qualité de l'eau à la source.
- L'eau potable provenant de puits peu profonds ou de réserves de surface, plus sujette à la contamination que l'eau souterraine, doit être analysée plus souvent (par exemple, saison des pluies et saison sèche dans les zones tropicales).
- Les réserves d'eau domestique doivent faire l'objet d'une analyse au moins une fois par année.

Les constituants les plus indésirables sont ceux pouvant provoquer un impact direct sur la santé publique, donnant lieu à la mise en place de normes pour bon nombre d'entre eux.

Même si, dans une large mesure, le consommateur n'est pas capable d'évaluer la salubrité de l'eau, il peut toutefois percevoir de manière sensitive certains aspects de la qualité de l'eau, comme la couleur, l'odeur ou le goût. Sa confiance dans le système peut alors être mise en jeu. Cet aspect esthétique a donc une grande importance.
La concentration tolérable des constituants rentrant en ligne de compte sera alors fonction de facteurs individuels et locaux, ce qui inclus la qualité de l'eau à laquelle la communauté est habituée et une variété de considérations sociales, économiques et culturelle.

Le goût et l'odeur sont deux paramètres difficiles d'évaluer analytiquement, mais de première importance. Ils naissent de la présence de contaminants chimiques, organiques ou inorganiques, de procédés ou de sources biologiques (micro organismes aquatiques), ou comme produits intermédiaires dans le traitement de l'eau (chloration). Le goût et l'odeur peuvent aussi apparaître pendant le stockage ou la distribution en raison de l'activité microbienne.
Un changement brutal de ces deux paramètres lors du traitement ou de la distribution peut indiquer la présence de substances potentiellement dangereuses.

Ib/ Comment prélever l'échantillon ?

- Les études de qualité des eaux naturelles comportent trois étapes :
  - échantillonnage
  - analyse
  - interprétation

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon, si l'analyse n'est pas possible in situ. Il convient de remarquer que des modifications de l'échantillon peuvent se produire de part :

- le matériau de flaconnage : passage en solution d'éléments chimiques entrant dans la composition du flacon, fixation d'ions sur la paroi, …
les récipients en verre ou en plastique pourront être utilisés.

- la séparation du milieu naturel : certains éléments peuvent varier très rapidement (la minute peut être l'ordre de grandeur !) :
température, pH, gaz dissous (oxygène par exemple) doivent être mesurés immédiatement, c'est-à-dire in situ.

Afin de préserver l'intégrité physico-chimique des échantillons sur une longue période (on parle ici en heures), il conviendra de les conserver dans un environnement très frais (utilisation de glace par exemple)

Représentativité des échantillons :

- Puits et forage :

Un prélèvement effectue sur une eau ayant longtemps stagne n'est pas représentatif de la nappe. En effet, l'eau a subi l'influence du matériau de tubage et des éléments extérieurs (pollution, pluie, …). Pour obtenir un échantillon moyen de l'horizon capté, il est nécessaire de pomper suffisamment longtemps pour renouveler l'eau contenue dans le tubage/cuvelage. Si l'ouvrage capte plusieurs horizons aquifères, l'échantillon sera un mélange des différents eaux, dont les proportions sont directement liées aux transmissivités des différents niveaux. Pour obtenir des échantillons ponctuels à différentes profondeurs, il est possible d'utiliser des récipients lestes et munis d'un système de fermeture actionnable depuis la surface (hydrocapteurs)

- Eaux superficielles :

Les prélèvements doivent être effectués de façon à éviter au maximum les effets de bords (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives, …). Il peut être nécessaire de constituer un échantillon

« moyen » en mêlant plusieurs prélèvements effectues en divers points d'une section de rivière, afin de mieux connaître la chimie de l'eau sur une section donnée. En revanche, il est indispensable d'effectuer différents prélèvements dans l'espace et dans le temps et de les traiter séparément pour étudier le fonctionnement d'une mare.

- Mesure in situ :

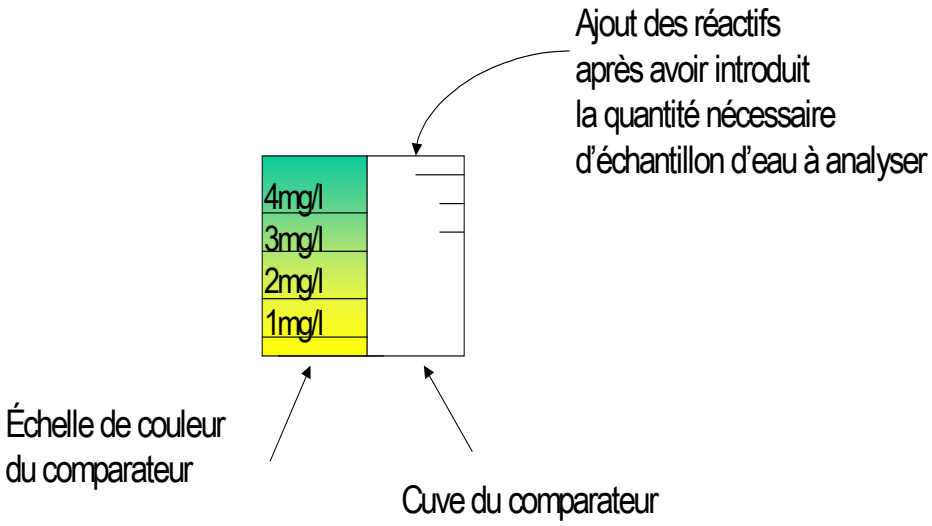
La température, le pH, l'oxygène dissous sont des paramètres susceptible de varier rapidement. L'idéal est de réaliser la mesure en continu ,en plein courant s'il s'agit d'une rivière, ou dans un seau place au refoulement de la pompe s'il s'agit d'une eau souterraine. Il vaut veiller à ne pas aérer l'eau.

II/ TEST COLORIMÉTRIQUE VISUEL

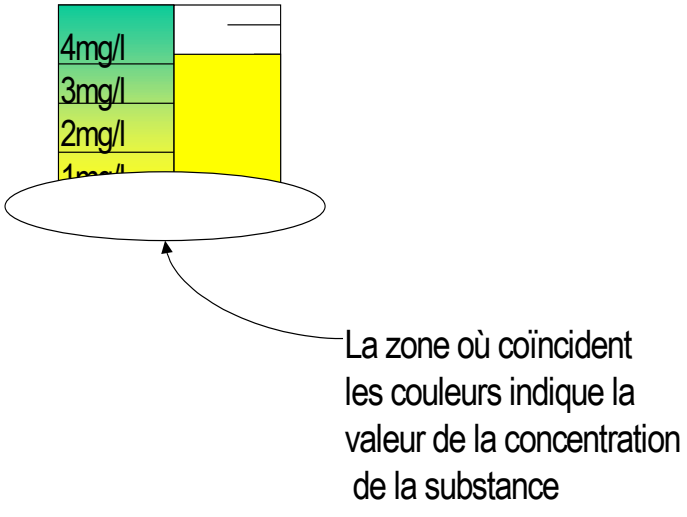
IIa/ Principe

- La colorimétrie se base sur le fait que la substance à déterminer, qui n'est en premier lieu pas visible, ou non mesurable directement, est transformée en un composé coloré au moyen d'un (ou de plusieurs) réactif adéquat. En maintenant les conditions de réaction énoncées dans les instructions relatives à chaque substance, l'intensité de la coloration résultante est alors proportionnelle à la concentration de la substance.

Le comparateur sera ensuite le moyen de traduire cette coloration en une concentration. Le schéma suivant représente le procédé à suivre afin de réaliser une lecture correcte :

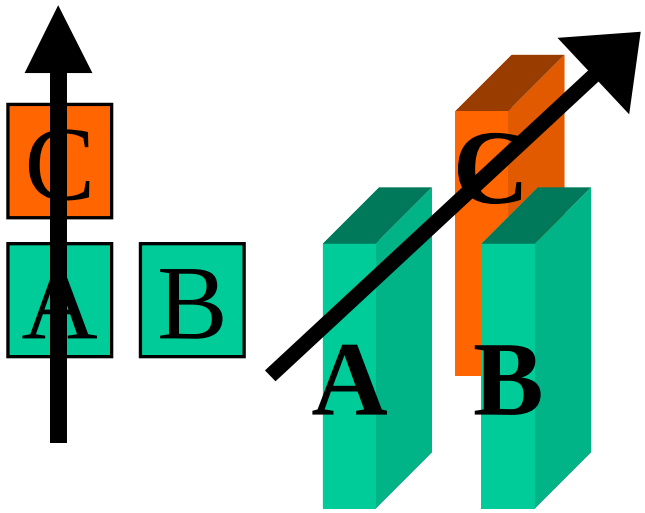


Une fois le temps de réaction écoulé



- Dans le cas où la solution à mesurer est colorée et trouble :

on utilisera la cuve de compensation comme indiqué sur le schéma ci-dessous



A : échelle de couleur du comparateur
B : cuve du comparateur avec échantillon et réactifs
C : cuve de compensation avec échantillon seul

Veiller à ne pas regarder à travers la face rugueuse de la cuve de compensation

- Le protocole des analyses par test colorimétrique visuel situé dans la valise vous indiquera les réactifs à utiliser, les récipients nécessaires, … Il est très important de bien respecter les temps indiqués, sous peine de voir vos mesures complètement faussées.

IIb/ Éléments mesurables avec le kit

Même si le kit fourni est seulement utilisable pour des analyses visuelles, il est possible de réaliser bon nombre de mesures au moyen du photomètre, comme le suggère les données ci-dessous. D'où ce découpage, en vue d'une future évolution de votre kit.

- **Mesure réalisable avec le photomètre (et/ou par test visuel):**

fer
ammonium
manganèse
phosphate
sulfure
sulfate
nitrite
nitrate
chlore

- **Mesure non réalisable avec le photomètre (test visuel)**

pH
arsenic
dureté totale
oxygène

IIc/ Domaine de mesure

ELEMENT	DOMAINE (mg/L)
Arsenic (As)	0.05 – 3.0
Fer (Fe)	0.1 – 50
Manganèse (Mn)	0.1 – 4.0
Nitrite	0.05 – 2.0 (NO2-) 0.2 – 0.60 (NO2-N)
Nitrate	4.0 – 120.0 (NO3-) 1 – 27 (NO3-N)
Ammonium	0.1 – 2.0 (NH4+) 0.1 – 1.6 (NH4-N)
Phosphate $PO4^{3-}$	2-20 ($PO4^{3-}$)
Sulphate $SO4^{2-}$	20 – 200
Sulfure S^{2-}	0.05 – 1.0
Dureté totale	0.5 – 20 °d (par seringue)
Oxygène (O_2)	0.2 – 10
PH	6.9 – 8.2
Chlore libre (Cl_2)	0.1 – 2.0

Dans certains cas, il sera nécessaire de procéder à une **dilution** de l'échantillon car les concentrations recherchées dépassent le domaine de mesure du photomètre ou du test colorimétrique.

- **Comment faire une dilution ?**

La dilution est l'action de réduire la concentration d'une solution en y ajoutant du solvant. Le volume de la solution augmente alors que la quantité de soluté reste inchangée.

Sachant que la concentration d'une solution est inversement proportionnelle au volume de la solution, il est possible de comprendre la relation entre ces deux quantités. Ainsi, si on double le volume d'une solution en y ajoutant une certaine quantité de solvant, la concentration de cette solution sera diminuée de moitié. À l'inverse, si l'on veut diluer une solution de manière à diminuer la concentration au quart de la concentration de départ, il faudra quadrupler le volume la solution.

On veut réaliser une solution à concentration C fixée partant d'une solution de concentration initiale C°. Il faut déterminer le volume V à prélever dans la solution initiale. Si la solution initiale est de concentration donnée C° et que l'on veut un volume V d'une solution de concentration C, on doit prélever un nombre de moles n correspondant à un volume V° dans la solution initiale.

On sait que : n prélevé = n dilué donc : C° V° = C V

Soit : V° = C V / C°

- **Exemple :**

On suppose un excès de concentration en fer. On se propose alors de diluer 10 fois l'échantillon prélevé afin d'obtenir une concentration comprise dans le domaine de mesure.

Si on veut préparer V= 25 mL d'une solution de concentration C =C^0 / 10 à partir d'une solution de concentration C°, le volume V° à prélever de l'échantillon est : V° = C V / C° = 25/10 = 2.5 mL

La mesure du volume V° se fait avec la plus grande précision possible. On place ce volume dans une récipient de volume fixé au préalable.

On remplit alors le récipient jusqu'au trait indiquant 25 ml avec de l'eau distillée, en faisant attention à bien se placer pour éviter toute erreur de parallaxe par rapport au trait de jauge.

- **Tables de conversion :**

Les résultats obtenus pourront être dans des unités qui ne vous conviennent pas. Voici quelques tables qui vous permettront de réaliser quelques conversions :

Dureté totale : 1ºd = 1,25ºe = 1,78ºf = 10mg/l CaO = 17,8 CaCO3
1mmol/l = 2 méq/l = 10ºf

Chlore :

Mg/l Cl2	Mg/l ClO2	Mg/l OCl-	Mg/l NaOCl	Mg/l Br2	Mg/l I2
0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4
0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,7
0,3	0,6	0,4	0,6	0,7	1,1
0,4	0,8	0,6	0,8	0,9	1,4
0,6	1,1	0,9	1,3	1,4	2,1
0,9	1,7	1,3	1,9	2,0	3,2
1,2	2,3	1,7	2,5	2,7	4,3
2,0	3,8	2,9	4,2	4,5	7,2

Ammonium :

Mg/l NH4+	Mg/l NH4-N
0,2	0,2
0,5	0,4
1,0	0,8
2,0	1,6
5,0	3,9
10	7,8

IId/ Interférences

Au cours de l'analyse, il convient de tenir compte des diverses interférences pouvant exister entre les différentes entités chimiques présentes dans la solution.

Ces interférences entraînent des erreurs de mesure (sous-estimation, sur-estimation, aberrance), pouvant donner lieu à des résultats aberrants.

Si vous rencontrez (ou soupçonnez) un résultat « étrange », il convient de répéter le protocole expérimental dans un premier temps. Si le problème persiste, consultez le tableau pour identifier une possible interférence. Seul un laboratoire pourra alors vous fournir une mesure exacte.

Le tableau ci-dessous en donne une idée générale, mais n'est ni exhaustif, ni véritablement quantitatif.

ELEMENT	INTERFERENCES
Arsenic	Si c> 1000mg/l : Br-, Cl-, Cr3+, Fe (II et III), iode, potassium, magnésium, plomb, zinc, … Si c>500mg/l :Ba2+, fluor, … Si c>100 mg/l : Al3+, nitrite, nitrate, phosphate, … Si c> 25 mg/l : nickel Si c> 5 mg/l : argent, cobalt, mercure Si c> 1 mg/l : sulfure, …
Fer	si c>15mmol/l : H2O2, Cl2, CrO_4^{2-}
Manganèse	Chrome, cobalt, cuivre, nickel si c>2mg/l Fer si c> 20mg/l Zinc, phosphate si c> 200mg/l Calcium, magnésium si c> 300mg/l
Nitrite	colloïdes organiques chlore, acide humiques ions de métaux lourds colorés
Nitrate	Chlore Nitrite température échantillon (elle doit être comprise entre 18 et 30 °C)
Ammonium	amines primaires présence de substances consommant le chlore température échantillon (elle doit être comprise entre 18 et 30 °C)

Phosphate	Présence de grandes quantités d'oxydants Sulfures≥1mg/l Citrates, silicates, ions métaux lourds≥10mg/l
Sulfate	eau trouble eaux très polluées
Sulfure	Thiocyanate si c> 5 mg/l Nitrites si c> > 5 mg/l
Dureté totale	Ion Cuivre (II)
Oxygène dissous	chlore actif sulfites ions sulfures composés du manganèse de valence élevée ions Fer (II)
PH	non spécifié
Chlore libre	Brome bromamine Iode bioxyde de chlore quelques composes du manganèse de valence élevée

IIe/ Sécurité des manipulations

Au cours d'une campagne d'analyse, les produits chimiques à utiliser (réactifs) présentent, pour certains d'entre eux, une toxicité ou un danger pour le manipulateur et/ou ses collaborateurs, qu'il convient de mettre en évidence.
Nous conseillons l'utilisation préventive de gants et de lunettes, afin d'éviter tout problème en cas de contact avec les mains ou les yeux.

ELEMENT	DANGER des REACTIFS
Arsenic	Bâtonnet toxique après contact épidermique
Fer	/
Manganèse	Brûlures Irritation des voies respiratoires
Nitrite	Irritation des yeux et de la peau
Nitrate	/
Ammonium	/
Phosphate	/
Sulfate	Toxique par ingestion Nocif par inhalation
Sulfure	Graves brûlures
Dureté totale	/
Oxygène	Graves brûlures
PH	/
Chlore libre	/

- L'élimination des déchets pourra se faire dans l'évier, après une dilution des différents échantillons pour ne pas verser dans le réseau d'assainissement une grande concentration de produits chimiques.

- La conservation et le stockage des réactifs devront se faire dans les conditions suivantes, en vue de ne pas altérer le contenu chimique et ne pas compromettre la validité des analyses :
  -endroit frais et sec
  -à l'abri de la lumière solaire
  -température inférieure à 25 °C

III/ ÉLÉMENTS À ANALYSER

IIIa/ Composés inorganiques :

➢ Ammonium

Ce terme se réfère à la fois aux ions NH4+ et à la molécule NH3.
Sa présence dans l'environnement provient de procédés métaboliques, agricoles (fertilisants, production de nourriture animale) et industriels (fibres, plastiques, papier, explosifs, …).

Ordre de grandeur de la concentration naturelle dans les eaux de surface ou souterraines	<0.2 mg/L
Valeur guide OMS	1.5 mg/L
effets toxicologiques (selon OMS)	expositions supérieures à 200 mg/kg de masse corporelle
seuil goût détectable	35 mg/L
seuil odeur détectable (milieu alcalin)	1.5 mg/L

C'est un indicateur important de pollution fécale.

Les problèmes de goût et d'odeurs et une diminution de l'efficacité de la désinfection apparaissent si l'eau potable contenant plus de 0.2 mg/L d'ammonium est chlorée.
Les conduites en ciment mais aussi l'élevage intensif d'animaux peuvent générer de plus forts taux d'ammonium.

L'ammonium dans l'eau potable n'est pas une urgence sanitaire primordiale mais peut compromettre l'efficacité de la désinfection, contribuant à la formation de nitrite dans le système de distribution.

Toutefois, il n'existe pas de normes internationales concernant ce composé.

➢ Arsenic

L'arsenic peut être naturellement présent dans le sol et se trouve par conséquent dans les aquifères correspondants. Il s'agit de l'un des toxiques que l'on rencontre fréquemment dans les eaux. Certaines activités industrielles et agricoles ont également utilisé l'arsenic dont les traces se retrouvent dans les rivières plusieurs années après la fin de l'exploitation.

Recommandation OMS (pour eau potable)	0.01 mg/l
Ordre de grandeur concentration naturelle dans les eaux de surface ou souterraine	0.001 – 0.002 mg/L (certaines zones présentent des concentrations beaucoup plus élevées)

Sources de l' arsenic dans les eaux souterraines :

- naturelle : la présence de pirite et arsenopirite parmi les minéraux constitutifs du sous-sol, un milieu réducteur, et les grandes pressions et températures favorisent la solubilisation de l'arsenic. Un pH élevé favorise également la dissolution de l'arsenic dans l'eau.
- humaines : l'utilisation, excessive et sans contrôle, de produits en relation avec l'agriculture, le jardinage, ou le désherbage (fongicides, insecticides, pesticides)

Les principales voie d'exposition des personnes à l'arsenic sont l'ingestion et l'inhalation. Il s'accumule dans l'organisme au cours d'exposition chronique, et à partir de certaines concentrations. Il peut engendrer :

-altération de la peau

-lésions dermiques

-maladies respiratoires et cardiovasculaires

-'maladie du pied noir' : grave maladie des vaisseaux sanguins conduisant à la gangrène

-divers types de cancer (l'arsenic est classé dans le groupe I des substances cancérigènes)

➢ Dureté totale

Elle se doit à la dissolution du calcium, et, dans une moindre mesure, du magnésium. Elle s'exprime généralement comme la quantité équivalente de carbonate de calcium par litre.

Les sources principales de la dureté de l'eau sont les ions métalliques dissous, issus de roches sédimentaires (chaux, craie), de la filtration à travers le sol, …

Ordre de grandeur concentration naturelle eau de surface	<100mg/L (il existe des eaux présentant une dureté pouvant aller jusqu'à 200mg/l)
Ordre de grandeur concentration eau potable	10 - 500 mg/L
Seuil goût détectable	100 – 300 mg/L

L'acceptabilité du degré du dureté de l'eau peut varier considérablement d'une communauté à une autre, selon les conditions locales.

Selon le pH et l'alcalinité, une dureté supérieure à 200mg/L peut provoquer une déposition calcaire en de nombreux points de systmème de distribution.

Les eaux douces, c'est-à-dire avec une dureté inférieure à 100mg/L sont plus corrosives pour les conduites.

Aucun effet de la dureté totale sur la santé humaine n'a été mis en évidence et aucune norme n'a été établie.

➢ Fer

Le fer est l'un de métaux les plus abondants de la croûte terrestre. On le trouve principalement dans l'eau sous différents états d'oxydation Fe^{2+} ou Fe^{3+}. On s'intéressera cependant au fer total, c'est-à-dire la somme des ions Fe^{2+} et Fe^{3+}.

Ordre de grandeur concentration naturelle eau naturelle	0.5 - 50 mg/L
Seuil goût détectable	0.3 mg/L

L'utilisation de coagulants à base de fer, la corrosion du réseau de distribution, ou de fortes concentrations naturelles font que certaines eaux potables présentent des concentrations supérieures à 0.3 mg/L (ce chiffre représente un ordre de grandeur de la concentration en fer des eaux potables) .

Dans des conditions anaérobies (eau issue d'un puits, par exemple) , l'eau peut contenir du fer sans que l'on remarque coloration ou turbidité . Au contact de l'air, un phénomène d'oxydation peut rendre l'eau rouge-brune.

Le fer est aussi le promoteur de la croissance des « bactéries du fer », qui puisent leur énergie de l'oxydation du fer et provoquent un dépôt le long des conduites.

Il n'existe pas de normes internationales concernant ce composé relative au risque pour la santé humaine.

➢ Manganèse

Abondant dans la croûte terrestre, il est souvent accompagné de fer. Il est aussi utilisé dans l'industrie.

Ordre de grandeur concentration naturelle	0.001 – 0.6 mg/L
Recommandation OMS (pour eau potable)	0.5 mg/L
Seuil goût détectable	0.1 mg/L

La présence de manganèse dissous dans les eaux souterraines ou de surface qui sont pauvres en oxygène peut atteindre quelques milligrammes par litre.
En présence d'oxygène, le manganèse peut former des oxydes insolubles, donnant lieu dans le système de distribution à des problèmes de déposition et de couleur.

La présence de manganèse, comme celle de fer, peut conduire à l'accumulation de dépôt dans le système de distribution (même à partir de 0.2 mg/L, on assiste à la formation d'un précipité noir).

➢ Nitrate et nitrite

Ce sont des ions naturellement présents dans le cycle de l'azote. Il convient de remarquer que le nitrate (NO^{3-}) est une forme plus stable que le nitrite (NO^{2-}), ce dernier étant facilement oxydé à nitrate au cours de phénomènes biologiques ou chimiques.

Nitrate : ordre de grandeur concentration naturelle eau superficielle	0 – 18 mg/L
Nitrate : ordre de grandeur concentration naturelle eau souterraine	Qques milligrammes par litre
Recommandation OMS nitrite (pour eau potable)	3 mg/L
Recommandation OMS nitrate (pour eau potable)	50 mg/L

On a observé que, dans beaucoup d'eaux souterraines, ce niveau s'est vu augmenté par l'intensification de l'agriculture et les effluents industriels, pouvant atteindre des centaines de milligrammes par litre.

En général, les légumes sont la principale source d'ingestion de nitrate quand sa présence dans l'eau est inférieure à 10 mg/L
Quand la concentration en nitrate dépasse 50 mg/L, l'eau potable sera la majeure source d'ingestion.

- **Nitrates :**

Le risque nitrate est lié à la faculté de l'organisme humain de transformer les nitrates en nitrites, qui réduisent les capacités de transport de l'oxygène par l'hémoglobine (une substance de globules rouges de sang qui contient du fer). Lorsque l'hémoglobine est oxydée en méthémoglobine, le transport de l'oxygène ne se fait plus. Chez l'adulte, ce risque est très faible car une enzyme réduit la méthémoglobine en hémoglobine. En revanche, cette enzyme n'est pas activée chez le nourrisson et ne devient fonctionnelle que vers quatre mois. Or, les nitrates sont des oxydants de telle sorte qu'ils provoquent une méthémoglobinémie, dite aussi maladie bleue du nourrisson (cette valeur de 50 mg/l est aujourd'hui très contestée).

Sources de nitrate :

-Apport de l'eau de pluie de formes nitrogénées
-Phénomène de nitrification
-Activités agricoles :fertilisants inorganiques y organique, usage excessif de purins, herbicides et pesticides qui contiennent des nitrates, fertilisation par irrigation
-Activités d'élevage : stockage de fumier
-Activités industrielles et urbaines : rejet d'effluents, eaux résiduelles.

En général, l'apport de nitrate dérivé de l'eau de pluie dans des conditions naturelles face aux autres sources de nitrates est négligeable. L'usage sans discrimination de fertilisants solubles pendant plusieurs années, comme dans le cas d'une production intensive, génère des

concentrations très hautes de nitrates dans le sol, augmentant notablement le risque de lixiviation des nitrates.

- **Nitrites :**

Sur le terrain scientifique, les inquiétudes ont glissé sur les effets cancérigènes des nitrites. Cette cancérogénicité a pu être mise en évidence de façon expérimentale chez de nombreuses espèces animales. Chez l'homme, malgré de fortes présomptions, les données toxicologiques ne permettent pas de tirer de conclusion définitive. On observera que l'Union européenne a fixé une valeur guide de 25 mg/l et que ce seuil a été choisi comme limite de potabilité des eaux dans certains pays, notamment la Suisse. La dégradation des ressources liées à l'augmentation des nitrates a bénéficié d'une très forte médiatisation.

Concernant l'eau potable, il convient de remarquer qu'une relation entre les concentrations de nitrites et de nitrates a été établie, du fait de leur possible présence simultanée dans l'eau :

$$(C_{nitrite}/C_{nitriterecommandationOMS}) + (C_{nitrate}/C_{nitraterecommandtionOMS}) \leq 1$$

➢ Sulfate

Ils sont naturellement présent dans bon nombre de minéraux et sont utilisés dans le commerce, principalement dans l'industrie chimique. Ils passent dans l'eau par rejet industriel ou par déposition atmosphérique.

Sa présence dans l'eau potable engendre une odeur et un goût notable, et, à de très hautes concentrations, cause un effet laxatif. Il contribue aussi à la corrosion du système de distribution.

Seuil goût détectable	250 mg/L

Les concentrations les plus hautes sont observées dans les eaux souterraines.

La nourriture reste son majeur vecteur d'ingestion, sauf en cas de très forte présence dans l'eau.

Le sulfate est l'un des anions les moins toxiques mais cependant peut provoquer la déshydratation, ou une irritation gastro-intestinale.

Cependant, il n'existe pas de normes internationales concernant ce composé et ses conséquences sur la santé humaine. Il convient de remarquer que, pour des concentrations avoisinantes les 500 mg/l, les autorités locales doivent être informées.

➢ Sulfure

Dans l'eau, le sulfure d'hydrogène H_2S se dissocie pour former deux composés : HS^- et S^{2-} (ion sulfure). Leur relative concentration dépend du pH de l'eau : le sulfure est présent dans des conditions appréciables pour un pH supérieur à 10.

La formation de sulfure se trouve favorisée par la présence de :
-activité microbienne (réduction des sulfates)
-oxygène (oxydation du sulfure d'hydrogène)

➢ Phosphate

C'est un indicateur d'une contamination issue de l'utilisation de détergents et de fertilisants.
Le phosphate stimule la croissance du plancton et des plantes aquatiques, bases de la chaîne alimentaire. Mais son accumulation va entraîner un vieillissement prématuré du milieu aquatique et un déséquilibrage dans le cycle des nutriments. C'est le phénomène d'eutrophisation, qui peut notamment conduire à l'apparition d'algues bleues, nocives pour l'être humain et les animaux.
Le phosphate dans l'eau a comme origine non ponctuelle, la décomposition de roches et de minéraux, les lixiviats de zones agricoles, ou les animaux.
Les usines de traitement de l'eau, et les effluents industriels sont eux des sources ponctuelles, mais restent minoritaires quant à leur contribution.

IIIb/ Désinfectant

➢ Chlore

Il est largement utilisé comme désinfectant et oxydant dans le traitement de l'eau. Il conduit à la formation d'acide hypochloreux et hypochlorites, et de chloramine en présence d'ammonium (élément toxique)

Recommandation OMS (pour eau potable)	5 mg/L
Concentration en chlore pour des eaux désinfectées	0.2 – 1 mg/L

Il est aisé sentir ou reconnaître, dans l'eau de consommation, le goût du chlore ou de la chloramine, produit de la réaction du chlore avec l'ammonium, pour des concentrations aussi faibles que 0.3mg/L.

Pour des concentrations en chlore libre comprise entre 0.6 et 1 mg/L, le risque de rencontrer des problèmes d'acceptabilité augmente.

L'exposition à une contamination au chlore, en petite quantité , provoque une irritation de l'oesophage, une sensation de brûlure dans la bouche, et des nausées spontanées.

IIIc/ Paramètres physiques

➢ pH

Bien que le pH ne possède pas d'impact direct sur le consommateur, c'est l'un des plus importants paramètres opérationnels de la qualité de l'eau. Un soin particulier doit être porté au contrôle du pH dans toutes les phases du traitement de l'eau, afin d'assurer une bonne clarification et désinfection

pH optimum	6.5–8

Pour une bonne désinfection par le chlore, le pH doit être préférablement inférieur à 8.

Les eaux naturelles peuvent avoir un pH acide de par :

- le CO2 dissous de l'atmosphère ou provenant des êtres vivants
- l'acide sulfurique provenant de certains minéraux
- les acides humiques dissous dans le sol

On remarquera que la principale substance basique de l'eau naturelle est le carbonate de calcium qui peut réagir avec le CO2, formant un système tampon carbonate/bicarbonate.

Il convient de surveiller le pH de l'eau à son entrée dans le système, afin d'éviter une corrosion du système de distribution (pH faible), et de ce fait, une contamination de l'eau et des effets sur le goût et l'apparence.

On peut noter que des valeurs extrêmes du pH (très acide, ou très basique) provoque des irritations de l'œil, de la peau, et de l'intestin. Cependant, il n'existe pas de normes internationales concernant ce composé relative à la santé humaine.

➢ Oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre.

L'oxygène dissous dans l'eau est donc influencé par :
-la source elle-même
-la température de l'eau : la saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.
-son traitement
-les mécanismes chimiques ou biologiques ayant lieu dans le système de distribution (corrosion où il joue un rôle important).

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

La diminution de l'oxygène dissous peut provoquer :
-la réduction microbienne des nitrates à nitrites, des sulfates à sulfures
-l'apparition de mauvaises odeurs
-l'augmentation de la concentration d'ion ferreux en solution, entraînant une coloration de l'eau à son contact avec l'air

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O_2 à saturation.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présente de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

Il n'existe pas de normes internationales relatives à ce composé quant aux risques liés à la santé humaine.

IV/ RÉCAPITULATIF DES NORMES

	Élément	Origine	**Valeur guide OMS** et AEP	Risque sanitaire / désagrément
Ca2+	Calcium	Naturelle (dissolution du calcaire)	**NIL** Nil	Nil, entartrage (si eau trop dure) ou corrosion (si eau trop douce)
Mg2+	Magnésium	Naturelle (dissolution des basaltes, argiles)	**NIL** 50 mg/l	Effet laxatif, saveur amère
Cl-	Chlorures	Naturelle, humaine (urines) ou industrielle	**NIL** 200 mg/l	Goût saumâtre, effet laxatif, maladies rénales et cardio-vasculaires
Na+	Sodium		**NIL** 150 mg/l	
SO4	Sulfates	Naturelle (gypse), industrielle ou agricole	**NIL** 250 mg/l	Mauvais goût, corrosion, diarrhées
Fe2+	Fer	Naturelle ou lessivage de décharges	**NIL** 5 mg/l	Goût métal, couleur rouge odeur de ‘pourri’, obstruction bactérienne des canalisations

		Origine	**Valeur guide OMS** et AEP	Risque sanitaire / désagrément
NH4	Ammo--nium	Naturelle, engrais, décompositions organiques	**1,5 mg/l** 0,5 mg/l	Nil, mauvais goût de l'eau
P2O5	Phosphate	Naturelle, engrais, contamination fécale, détergents	**NIL** 5 mg/l	Prolifération de germes, goût, turbidité, indice pollution fécale
NO2	Nitrites	Les Nitrites proviennent de la réduction bactérienne des Nitrates: origine engrais azotes, purin, eaux usées	**3 mg/l** 0,1 mg/l	Toxicité: la réduction en NO2 peut entraîner une inaptitude du sang a transporter l'oxygène chez le nourrisson
NO3	Nitrates		**50 mg/l** 50 mg/l	
K+	Potassium	Naturelle: lessivage des roches, comme le sodium	**NIL** 12 mg/l	Toxicité due a la radioactivité de l'isotope 40 naturel du potassium

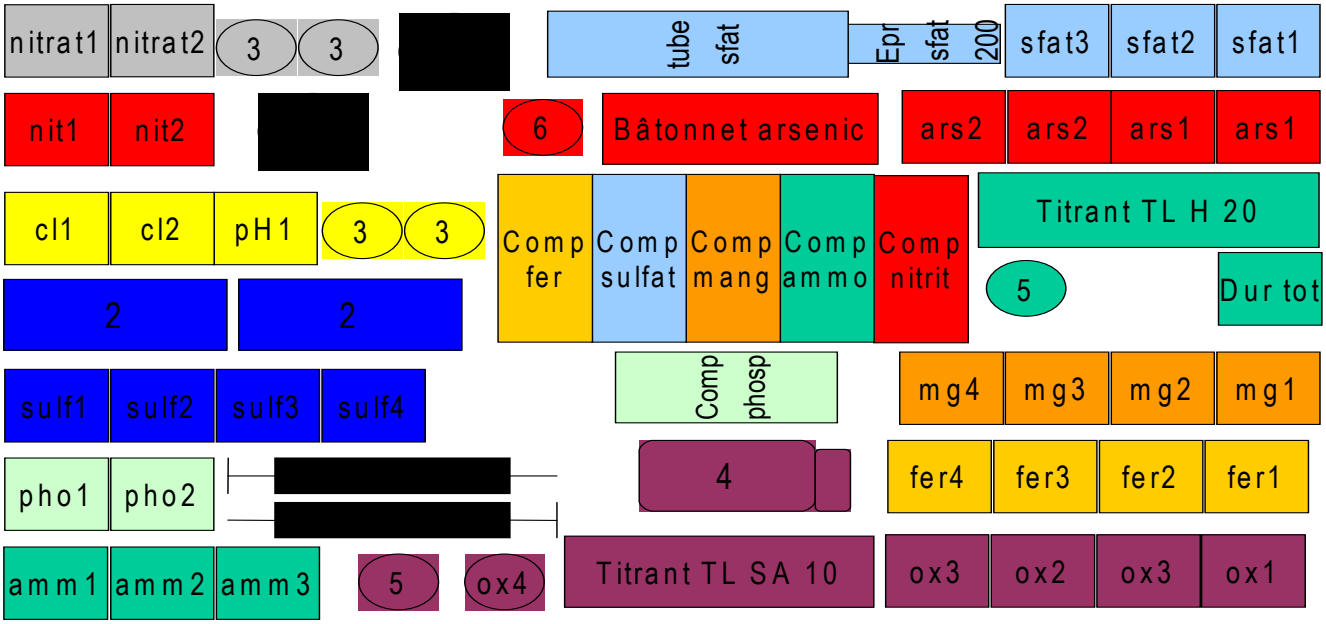
	Nom	Origine	**Valeur guide OMS** et AEP	Risque sanitaire
F	Fluor	Naturelle (roches : fluoro-	**1,5 mg/l** 0,7 a 1,5	Fluorose dentaire, fragilisation du squelette
As	Arsenic	Naturelle (roches)	**0,01 mg/l** 0,01 mg/l	Cancers de la peau et du foie
Pb	Plomb	Naturelle (galène)	**0,01 mg/l** 0,01 mg/l	Saturnisme, troubles rénaux et cardio-vasculaires
Se	Sélénium	Naturelle (sources thermales)	**0,01 mg/l** 0,001	Cirrhoses hépatiques
Cd	Cadmium	Naturelle, engrais chimiques	**0,003 mg/l** 0,005	Très toxique, atteintes rénales et osseuses

V/ COMPOSITION DU KIT

La fiche ci-dessous dresse l'inventaire complet de la composition du kit.
Cependant, lors de sa conception, et dans le but d' économiser de la place, certains éléments n'ont pas été répétés.
Vous trouverez donc seulement :
2 gobelets plastique
2 cuves de compensation

Il faudra veiller à ne pas confondre les différentes cuillère de mesure, étant donné que leur calibrage correspond à une analyse d'eterminée.
cuillère blanche : manganèse
petite cuillère noire : fer, sulfure
grande cuillère noire : ammonium

Vous remarquerez que l'organisation du kit se veut horizontale, c'est-à-dire que les différents éléments relatifs à l'analyse d'un composé (flacons, seringue , ...) se trouve sur une même ligne horizontale. Toutefois, l'exception confirme la règle...



1 : gobelet plastique
2 : cuve de compensation
3 : tube à bouchon 5ml
4 : flacon de réaction oxygène
5 : éprouvette avec graduation 5m
6 : cuvette de réaction arsenic

ELEMENT	COMPOSITION	
Arsenic	2 bouteilles d'arsenic-1 2 bouteilles d'arsenic-2	1 boîte d'aluminium avec 100 bâtonnets test 1 cuvette de réaction 1 seringue de 5 ml
Fer	30 ml de fer1 8 g de fer2 30 ml de fer3 30 ml de fer4	1cuillère de mesure 70mm 1comparateur-fer 1gobelet plastique 1cuve de compensation
Manganèse	30 ml de mg1 28 ml de mg2 26 ml de mg3 8 g de mg4	1cuillère de mesure 70mm 1comparateur-mg 1gobelet plastique 1cuve de compensation
Nitrite	25 ml de nitrite1 25 ml de nitrite2	1comparateur-nitrite 1gobelet plastique 1cuve de compensation
Nitrate	30 ml de NO3-1 3 g de NO3-2	1cuillère de mesure 70 mm 2 récipients de mesure avec bouchon 1comparateur à glissière 1échelle de couleur 1seringue en plastique 5 ml
Ammonium	2*30 ml ammo1 16 g ammo2	1 cuillère de mesure 85 mm 1comparateur ammonium 1gobelet en plastique 1cuve de compensation
Phosphate	30 ml de PO4-1 30 ml de PO4-2	1comparateur phosphate 1gobelet en plastique 1cuve de compensation
Sulfate	2*25 ml de sulfate1 25 g de sulfate2	1cuillère de mesure 85 mm 1spatule pour mélanger 120mm 1éprouvette graduée 10/20 ml 1cuve graduée 25/200 ml
Sulfure	5 g de sulfure1 2*25 ml de sulfure2 13 ml de sulfure3	1cuillère de mesure 70mm 1comparateur-sulfure 1gobelet plastique 1cuvette de compensation
Dureté totale	15 ml d'indic H20 F 100 ml de TL H 20 (titrant)	1éprouvette graduée 1seringue de titrage 0-20ºd 2 embouts de seringue
Oxygène	30 ml d'oxygène1 30 ml d'oxygène2 2*30ml d'oxygène3 10 ml d'oxygène4 100 ml de TL SA 10 (titrant)	1flacon de réaction d'oxygène 1éprouvette graduée 1seringue de titrage 0-10 mg/L 2embouts de seringue
Chlore/pH	30 ml de Cl2-1 30 ml de Cl2-2 20 ml de pH-1	2 récipients de mesure avec bouchon à viser 1comparateur à glissière 2échelles de couleurs 1seringue en plastique 5 ml